



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office eur péen
des brevets**

Eingang

26. Juni 2003

NH/DRP

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02102398.1

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 18/06/03
LA HAYE, LE



Europäisches
Patentamt

Eur pean
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 02102398.1

Anmeldetag:
Date of filing: 30/09/02
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Ford Global Technologies, Inc., @A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, @Michigan 48126
UNITED STATES OF AMERICA

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:

Verfahren zur Stromversorgung in einem Stromversorgungsnetz mit einem Superkondensator

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

B60R16/02

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing:
Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT/BG/BE/CH/CY/CZ/DE/DK/EE/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Verfahren zur Stromversorgung in einem Stromversorgungsnetz mit einem Superkondensator

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Spannungsregelung im Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeuges, welches einen Superkondensator enthält, sowie ein zur Durchführung dieses Verfahrens eingerichtetes Stromversorgungsnetz.

- 5 Mit Hilfe neuer Technologien ist die Herstellung von sogenannten Superkondensatoren möglich geworden, die sich von herkömmlichen Kondensatoren durch eine hohe Leistungsdichte von typischerweise 1-3 kWh/kg, eine hohe Zyklusfähigkeit und eine hohe mechanischen Robustheit unterscheiden. Dies eröffnet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik, wobei derartige Super-
- 10 kondensatoren sogar als Kurzzeitspeicher für Elektrofahrzeuge eingesetzt werden können.

Nachteilig an Superkondensatoren ist im Vergleich zu elektrochemischen Energiespeichern ihr verhältnismäßig geringer Energiegehalt, welcher stark von der Ausgangsspannung des Superkondensators abhängt. Bei Betrieb in einem Bereitschaftsmodus ("Stand-by Betrieb") findet zudem durch eine Selbstentladung, durch Verbraucher bei abgeschaltetem Kraftfahrzeugmotor oder durch Superkondensator-Ausgleichsschaltkreise eine langsame Entladung von Superkondensatoren statt. Wenn die Ausgangsspannung unter eine bestimmte Grenze abfällt, kann

15 hierdurch die Leistungsfähigkeit und das Verhalten des Superkondensators im Bereitschaftsmodus erheblich beeinträchtigt, oder der Kondensator kann ganz ausfallen.

20

Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Spannungsregelung im Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeuges mit einem Super-

25

kondensator bereitzustellen, welche eine hohe Lebensdauer des Superkondensators und eine sichere Funktionalität im Bereitschaftsmodus gewährleistet.

5 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Stromversorgungsnetz mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Spannungsregelung im Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeuges, welches einen Superkondensator enthält, ist dadurch gekennzeichnet, daß in einem Kurzzeit-Bereitschaftsmodus der Energievorrat des Superkondensators bei Bedarf aufgefrischt wird, um einen minimalen Energievorrat im Superkondensator aufrecht zu erhalten. Die Bezeichnung "Kurzzeit" - Bereitschaftsmodus dient diesbezüglich dazu, diesen Modus von einem später
15 noch zu erläuternden zweiten Bereitschaftsmodus unterscheidbar zu machen.

Der Bereitschaftsmodus des Superkondensators liegt in der Regel bei Stillstand des Kraftfahrzeuges und abgeschalteter Brennkraftmaschine vor. Durch das gelegentliche Auffrischen des Energievorrates des Superkondensators wird in einem
20 solchen Bereitschaftsmodus ein minimaler Energiegehalt des Superkondensators sichergestellt, so daß dieser bei Bedarf, zum Beispiel bei einem erneuten Anlassen des Kraftfahrzeuges, den angeschlossenen Verbrauchern in ausreichendem Maße elektrische Energie zur Verfügung stellen kann. Verbraucher mit einem stark variierenden, unter Umständen sehr hohen Leistungsbedarf - wie zum Bei-
25 spiel der Startermotor - können auf diese Weise zu jedem Zeitpunkt ausreichend vom Superkondensator versorgt werden. Die üblicherweise vorhandene Batterie des Stromversorgungsnetzes, deren Lebenszeit durch hohe dynamische Lasten stark verkürzt wird, kann dadurch geschont werden.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt das Auffrischen des Energievorrates des Superkondensators im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus immer dann, wenn die Spannung des Superkondensators unter einen Minimalwert sinkt. Dieses Vorgehen nutzt die Tatsache aus, daß der Energievorrat in einem

Superkondensator gesetzmäßig mit dessen Ausgangsspannung zusammenhängt. Eine verhältnismäßig einfach durchzuführende Überwachung der Spannung reicht daher aus, um die Zeitpunkte festzustellen, zu denen ein Auffrischen des Superkondensators erforderlich ist.

5

Wie bereits erwähnt, kann das Verfahren durch die Einführung eines weiteren, sogenannten "Langzeit" - Bereitschaftsmodus weitergebildet werden. Im Langzeit - Bereitschaftsmodus erfolgt ein Auffrischen des Energievorrates des Superkondensators (nur) in Reaktion auf ein Aktivierungssignal, wobei durch das Auffrischen
10 ein minimaler Energievorrat im Superkondensator hergestellt wird. Die Größe dieses minimalen Energievorrates ist vorzugsweise dieselbe wie beim Kurzzeit-Bereitschaftsmodus. Anders als bei Letzterem besteht das Ziel jedoch nicht darin, den minimalen Energievorrat durchgehend aufrecht zu erhalten, sondern die im Superkondensator gespeicherte Energie kann vor dem Aktivierungssignal deutlich
15 geringer, gegebenenfalls sogar Null sein. Der Langzeit-Bereitschaftsmodus ist daher insbesondere dazu geeignet, bei einem länger andauernden Stillstand des Kraftfahrzeuges eine hohe Lebensdauer des Superkondensators, welche mit dessen Entladung steigt, sicherzustellen und gleichzeitig eine schnelle Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges zu gewährleisten.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des vorstehend erläuterten Verfahrens kann das Aktivierungssignal zeitlich periodisch, d.h. jeweils nach einer fest vorgegebenen Zeitdauer, ausgelöst werden. Zusätzlich oder alternativ kann das Aktivierungssignal auch nach Detektion eines vorgegebenen Ereignisses ausgelöst werden.
25 Ein solches Ereignis kann insbesondere das Öffnen einer Tür des Kraftfahrzeuges sein, welches in der Regel ein Anzeichen für eine bevorstehende Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges ist. Ferner kann das Aktivierungssignal z. B. auch durch das Öffnen eines Garagentores oder das Einstecken des Zündschlüssels in das Zündschloss ausgelöst werden. Mit Hilfe der genannten Signale ist es mög-
30 lich, auch bei einer längeren Auszeit des Kraftfahrzeuges eine verhältnismäßig schnelle erneute Inbetriebnahme unter Rückgriff auf den Superkondensator zu ermöglichen.

Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird ein Auffrisch-
Vorgang des Energievorrates des Superkondensators im Kurzzeit-Bereitschafts-
modus und/oder im Langzeit-Bereitschaftsmodus beendet, wenn die Spannung
des Superkondensators einen vorgegebenen Maximalwert überschreitet. Dieser
5 Maximalwert wird in Abhängigkeit vom Typ des Superkondensators vorzugsweise
derart festgelegt, daß der damit verbundene Energiegehalt des Superkondensa-
tors einerseits für die gewünschten Funktionen des Kraftfahrzeuges ausreichend
ist und daß dieser andererseits unterhalb der maximal erlaubten Spannung für den
Superkondensator liegt, um dessen Lebensdauer nicht zu sehr zu verkürzen. Der
10 vorgegebene Maximalwert stellt somit einen Kompromiss zwischen Funktions-
bereitschaft des Kraftfahrzeuges und Schonung des Superkondensators dar.

Das Stromversorgungsnetz des Kraftfahrzeuges enthält typischerweise noch eine
(wiederaufladbare) Batterie, in welcher eine größere Energiemenge für einen län-
15 geren Zeitraum gespeichert werden kann. Bei einem solchen Stromversorgungs-
netz erfolgt das Auffrischen des Energievorrates des Superkondensators vor-
zugsweise durch einen Energietransfer von der Batterie zum Superkondensator.

Weiterhin kann zu Beginn des Kurzzeit-Bereitschaftsmodus und/oder des Lang-
20 zeit-Bereitschaftsmodus der Superkondensator bis zu einer vorgegebenen Entla-
despannung entladen werden, wobei die Entladespannung vorzugsweise densel-
ben Wert wie die oben bereits erwähnte Maximalspannung der Auffrischvorgänge
haben kann. Das Entladen des Superkondensators dient dazu, durch einen Span-
nungsabbau die Lebensdauer des Kondensators zu erhöhen. Die dem Superkon-
25 densator entnommene Energie wird dabei vorteilhafterweise in eine Batterie des
Stromversorgungsnetzes übertragen, so daß diese nicht verloren geht.

Gemäß einer optionalen Variante des Verfahrens geht der Kurzzeit-Bereitschafts-
modus eine vorgegebene Zeitdauer nach seinem Beginn in den Langzeit-Bereit-
30 schäftsmodus über. Die genannte Zeitdauer kann dabei je nach den zugrunde ge-
legten Zielvorgaben in einem weiten Bereich von typischerweise zwischen einer
Minute und zwei Monaten festgelegt werden. Besonders bevorzugt ist es, die Zeit-
dauer des Kurzzeit-Bereitschaftsmodus auf ca. 24 Stunden festzulegen, da viele

Benutzungshandlungen eines Kraftfahrzeuges im Tagesrhythmus erfolgen. Wenn daher nach Ablauf von 24 Stunden keine erneute Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges erfolgt ist, ist ein länger fortgesetzter Stillstand des Kraftfahrzeuges wahrscheinlich, so daß zur besseren Schonung des Superkondensators der Langzeit-Bereitschaftsmodus bevorzugt wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Stromversorgungsnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Superkondensator, welches durch eine mit dem Superkondensator gekoppelte Kontrolleinheit gekennzeichnet ist, die zur Durchführung eines Verfahrens der vorstehend erläuterten Art eingerichtet ist. D.h., daß die Kontrolleinheit insbesondere dahingehend ausgebildet ist, in einem Kurzzeit-Bereitschaftsmodus einen minimalen Energievorrat in dem Superkondensator aufrecht zu erhalten. Dies kann insbesondere durch Überwachung der Spannung des Superkondensators geschehen, wobei Energie aus einer Batterie in den Superkondensator übertragen wird, wenn dessen Spannung einen Minimalwert unterschreitet. Weiterhin kann die Kontrolleinheit zur Realisierung eines Langzeit-Bereitschaftsmodus eingerichtet sein, in welchem nur auf ein Aktivierungssignal hin ein Auffrischen des Energievorrates im Superkondensator erfolgt. Der Auffrischvorgang endet dabei vorzugsweise bei einem Maximalwert der Spannung des Superkondensators, um dessen Lebenserwartung nicht zu beeinträchtigen.

In dem beschriebenen Stromversorgungsnetz sind vorzugsweise Verbraucher mit einem hohen dynamischen Lastaufkommen an den Superkondensator angeschlossen. Im Gegensatz zu einer Batterie ist der Superkondensator nämlich hervorragend zur Bewältigung solcher Lasten geeignet. Beispiele für derartige Verbraucher sind der Startermotor, ein elektronisch unterstütztes Lenksystem (EPAS: Electric Power Assisted Steering), elektrisch unterstützte Bremsen und ein elektrisch unterstützter Turbolader.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Komponenten eines erfindungsgemäßen Stromversorgungsnetzes mit einem Superkondensator;

Fig. 2 den Spannungsverlauf am Superkondensator während eines erfindungsgemäßen Kurzzeit- und eines Langzeit-Bereitschaftsmodus, und

Fig. 3 die Lebenserwartung eines Superkondensators in Abhängigkeit von dessen Spannung und seiner Temperatur.

In Figur 1 ist das Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeuges schematisch dargestellt. Die elektrische Energie für dieses Stromversorgungsnetz wird von einem Generator 1 ("Lichtmaschine") in Form von Wechselspannung bereitgestellt, welche in einem Gleichrichter 2 in Gleichspannung umgewandelt wird. Diese Gleichspannung wird einem Startermotor 3 zum Anlassen der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) des Kraftfahrzeuges, einem Superkondensator 4, ggf. weiteren Verbrauchern 5, und einer Kontrolleinheit 6 mit einer bidirektionalen Leistungselektronik zugeführt. Die Leistungselektronik kann dabei ein Gleichspannungswandler (DC/DC-Konverter), eine Pulsweitenmodulation, ein Relais oder dergleichen sein. Über die Kontrolleinheit 6 wird die Gleichspannung an eine elektrochemische wiederaufladbare Batterie 7 sowie an weitere Verbraucher 8 weitergeleitet.

Die an den Superkondensator 4 angeschlossenen Verbraucher 5 sind vorzugsweise solche mit einer hohen Dynamik und einer hohen Maximallast (d.h. einem großen Verhältnis von Spitzenleistung zu Durchschnittsleistung). Beispiele hierfür sind neben dem Startermotor 3 ein elektrisch unterstütztes Lenksystem, elektrische Bremsen oder ein elektrisch unterstützter Turbolader. Die Batterie 7 versorgt dagegen vorzugsweise Verbraucher 8 mit einer geringeren Dynamik und Leistungsaufnahme.

Die beschriebene Verteilung der Verbraucher 3, 5 und 8 auf den Superkondensator 4 beziehungsweise die Batterie 7 wirkt sich vorteilhaft auf die Lebenserwartung der Batterie 7 aus. Die meisten elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen

haben nämlich eine begrenzte Lebensdauer, die durch den Energiedurchsatz bestimmt wird. Dieser maximale Energiedurchsatz hängt nicht nur hochgradig von der Amplitude des Ladungsstromes ab, sondern führt auch dazu, daß eine Ladungsübertragung durch eine solche Vorrichtung einen gewissen "Preis" hat. Es ist daher vorteilhaft, die Spitzenladungs- und Entladungsströme und den Energiedurchsatz der Batterie 7 zu minimieren, um die Kosten des Systems (kleinere Batterie) zu reduzieren und die Lebensdauer dieser Vorrichtung zu maximieren. Dies geschieht durch die Optimierung und Verwendung der Batterie 7 für Lasten geringer Leistungsaufnahme während langer Zeitdauern.

10

Der Superkondensator 4 hat dagegen eine sehr lange Lebensdauer, eine hohe Zyklusfähigkeit und geringe Kosten durch Herstellung aus kostengünstigen Materialien. Aus diesem Grunde hat der Superkondensator 4 einen sehr viel geringeren "Preis" pro Einheit durchgesetzter Energie, so daß er vorteilhaft für dynamische Verbraucher mit hoher Lastaufnahme eingesetzt wird.

15

Das in Figur 1 dargestellte Stromversorgungsnetz ist jedoch nicht nur hinsichtlich seiner Architektur optimiert, sondern die Kontrolleinheit 6 ist darüber hinaus für einen optimalen Betrieb im Bereitschaftsmodus eingerichtet. Ein Bereitschaftsmodus liegt insbesondere dann vor, wenn die Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeuges abgestellt ist und der Generator 1 daher keine Energie erzeugt. In diesem Fall muss sichergestellt werden, daß bei einem erneuten Starten des Kraftfahrzeuges ausreichend elektrische Energie für die dann in Aktion tretenden Verbraucher wie vor allem den Startermotor 3 zur Verfügung steht. Die Kontrolleinheit 6 gewährleistet dies durch ein Verfahren, bei welchem Energie zwischen dem Superkondensator 4 und der Batterie 7 nach Bedarf verschoben wird, wie nachfolgend anhand von Figur 2 erläutert wird.

20

25

30

Figur 2 zeigt die Ausgangsspannung U des Superkondensators 4 im Verlauf über der Zeit t nach dem Ausschalten der Brennkraftmaschine. Die zunächst auf einem hohen Spannungsniveau U_0 liegende Spannung wird durch eine Selbstentladung, durch bei abgeschaltetem Motor noch anliegende Lasten, durch Superkondensator-Ausgleichsschaltkreise od. dgl. langsam entlang der Kurve 10 abgebaut. Wenn

die Spannung dabei einen Minimalwert U_l erreicht, wird diese von der Kontrolleinheit 6 entlang der Kurve 11 durch einen Energietransfer von der Batterie 7 zum Superkondensator 4 wieder bis zu einem Maximalwert U_h erhöht. Dieser Vorgang wiederholt sich im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus ST so oft wie erforderlich. Die Spannung des Superkondensators wird auf diese Weise von der Kontrolleinheit 6 im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus ST innerhalb eines verhältnismäßig engen Spannungsfensters ΔU zwischen U_l und U_h gehalten.

Um die beschriebene Funktion ausführen zu können, muss die Kontrolleinheit 6 die Spannung des Superkondensators 4 fortlaufend überwachen. Da die Spannung ein direktes Maß für den Energiegehalt des Superkondensators 4 darstellt, kann durch eine derartige Strategie sichergestellt werden, daß während des Kurzzeit-Bereitschaftsmodus ST ständig ein minimaler Energievorrat im Superkondensator 4 aufrecht erhalten wird. Dies ist jedenfalls so lange der Fall, wie die Batterie 7 ausreichend Energie für das fortgesetzte Auffrischen des Superkondensators 4 enthält.

Das Auffrischen der Kondensatorspannung U wird bei dem Maximalwert U_h beendet, da die Lebenserwartung des Kondensators 4 mit zunehmender Kondensatorspannung sinkt. Der entsprechende Zusammenhang ist in Figur 3 in einem Diagramm dargestellt, welches auf der horizontalen Achse die Kondensatorspannung U in Volt und auf der vertikalen Achse die zugehörige Lebenserwartung t_L in Jahren zeigt. Ferner sind verschiedene, parallel zueinander verlaufende Kurven dargestellt, die das Abnehmen der Lebenserwartung mit zunehmender Temperatur T des Superkondensators widerspiegeln. Durch das Halten der Spannung des Superkondensators 4 in dem beschriebenen Spannungsfenster ΔU wird daher gewährleistet, daß der Kondensator geschont wird und gleichzeitig das Kraftfahrzeug im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus ST jederzeit mit Hilfe von Energie aus dem Superkondensator 4 wieder gestartet werden kann.

30

Wird das Kraftfahrzeug allerdings für eine längere Zeitdauer nicht neu gestartet, so geht der Kurzzeit-Bereitschaftsmodus ST in einen Langzeit-Bereitschaftsmodus

aus LT über. Die genannte Zeitdauer kann dabei im Bereich von einigen Minuten bis einigen Monaten liegen.

Wie aus Figur 2 zu erkennen ist, kann sich im Langzeit-Bereitschaftsmodus LT der
5 Superkondensator 4 beliebig weit, insbesondere auch vollständig entladen. Ein
Auffrischen der Kondensatorspannung U bis zur Maximalspannung U_h erfolgt nur,
wenn ein entsprechendes Aktivierungssignal zu einem Zeitpunkt t_A an die Kon-
trolleinheit 6 gegeben wird. Das Aktivierungssignal kann im einfachsten Falle von
10 einem Taktgenerator in regelmäßigen Zeitabständen erzeugt werden. Vorzugs-
weise handelt es sich jedoch um ein externes Aktivierungssignal, das vom Benut-
zer fernausgelöst wird oder das zum Beispiel bei einer Tätigkeit wie dem Öffnen
der Türen erzeugt wird. Ein Öffnen der Türen ist dabei ein Indiz dafür, daß eine
erneute Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges bevorsteht. Durch das Auffrischen
15 der Ladung des Superkondensators 4 ist das Stromversorgungsnetz in diesen Fäl-
len optimal auf das erneute Starten vorbereitet.

Die Kontrolleinheit 6 kann weiterhin dahingehend ausgebildet sein, zu Beginn ei-
nes Bereitschaftsmodus überschüssige Energie des Superkondensators 4 in die
Batterie 7 zu übertragen. Dies ist bei Figur 2 für die schraffiert dargestellte Ener-
20 gie 9 der Fall, welche durch den Abbau der ursprünglichen Kondensatorspan-
nung U_0 auf den Maximalwert U_h anfällt. In ähnlicher Weise kann zu Beginn des
Langzeit-Bereitschaftsmodus LT ein teilweiser oder vollständiger Energieübertrag
aus dem Superkondensator 4 zur Batterie 7 erfolgen (nicht dargestellt). Diese
Energie des Superkondensators kann zum Laden der Batterie 7 über eine lange
25 Zeitdauer bei geringen Strömen verwendet werden, um einen hohen SOC (State
of Charge: Ladezustand) der Batterie zu erreichen (Bleisäure-Batterien benötigen
einen Ladevorgang mit geringen Strömen für 6 bis 24 h je nach SOC, um ein
100% SOC zu erreichen).

30 Weiterhin kann das in der Kontrolleinheit 6 implementierte Regelungsverfahren
einen Algorithmus enthalten, welcher Verbraucher, die auch nach Abschalten der
Brennkraftmaschine Strom verbrauchen, während einer anfänglichen Phase aus

- 10 -

dem Superkondensator 4 und später (wenn eine minimale Spannung des Superkondensators 4 unterschritten wird) aus der Batterie 7 versorgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Spannungsregelung im Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeugs, welches einen Superkondensator (4) enthält,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
in einem Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) der Energievorrat des Superkondensators bei Bedarf aufgefrischt wird, um einen minimalen Energievorrat im Superkondensator aufrecht zu erhalten.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Energievorrat des Superkondensators (4) im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) aufgefrischt wird, wenn die Spannung des Superkondensators
15 unter einen vorgegebenen Minimalwert (U_l) gesunken ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
20 in einem Langzeit-Bereitschaftsmodus (LT) der Energievorrat des Superkondensators (4) in Reaktion auf ein Aktivierungssignal aufgefrischt wird, um einen minimalen Energievorrat im Superkondensator (4) herzustellen.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Aktivierungssignal zeitlich periodisch und/oder nach Detektion eines vorgegebenen Ereignisses, insbesondere des Öffnens einer Tür des Kraftfahrzeuges, ausgelöst wird.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Auffrisch-Vorgang des Energievorrats im Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) und/oder im Langzeit-Bereitschaftsmodus (LT) beendet wird, wenn
5 die Spannung des Superkondensators (4) einen vorgegebenen Maximalwert (U_h) überschreitet.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 dadurch gekennzeichnet, daß
der Energievorrat des Superkondensators (4) durch Energietransfer aus einer Batterie (7) des Stromversorgungsnetzes aufgefrischt wird.
- 15 7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
zu Beginn des Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) und/oder des Langzeit-Bereitschaftsmodus (LT) der Superkondensator (4) bis zu einer vorgegebenen Entladespannung (U_h) entladen wird, wobei die dabei entnommene
20 Energie vorzugsweise in eine Batterie (7) des Stromversorgungsnetzes transferiert wird.
8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 7,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
der Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) vorzugsweise nach einem Zeitraum von einer Minute bis zwei Monaten, besonders bevorzugt nach ca. 24 Stunden, in den Langzeit-Bereitschaftsmodus (LT) übergeht.

9. Stromversorgungsnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Superkondensator (4), gekennzeichnet durch eine mit dem Superkondensator gekoppelte Kontrolleinheit (6), welche dahingehend ausgebildet ist, ein Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

5

10. Stromversorgungsnetz nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
an den Superkondensator (4) Verbraucher (3, 5) mit einem hohen dynamischen Lastaufkommen angeschlossen sind.

10

Zusammenfassung

Verfahren zur Stromversorgung in einem Stromversorgungsnetz mit einem Superkondensator

Die Erfindung betrifft ein Regelungssystem zur Spannungsregelung im Stromversorgungsnetz eines Kraftfahrzeugs, welches einen Superkondensator enthält. In einem Kurzzeit-Bereitschaftsmodus (ST) wird die Spannung (U) des Superkondensators derart geregelt, daß ein Spannungsfenster (ΔU) eingehalten und dadurch ein minimaler Energiegehalt im Superkondensator (4) sichergestellt wird. Während eines Langzeit-Bereitschaftsmodus (LT) wird der Superkondensator (4) nur bei einem Aktivierungssignal (t_A) auf eine Spannung (U_h) aufgeladen. Die Energie für das Aufladen wird einem zweiten Energiespeicher - insbesondere einer Batterie - entnommen.

(Figur 2)



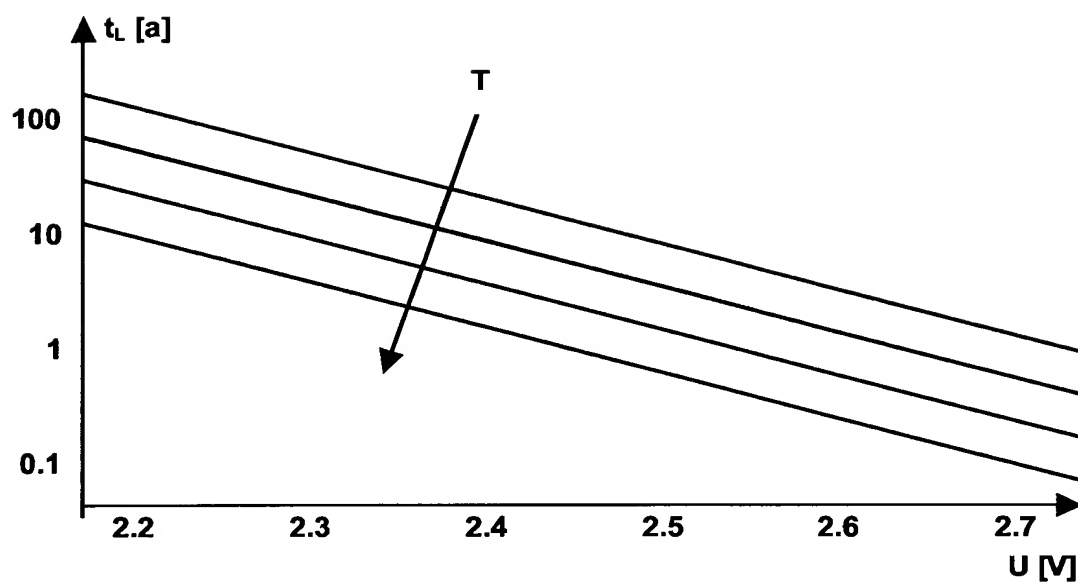


Fig. 3